

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-297171

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl. H01H 35/00

(21)Application number : 10-093758

(71)Applicant : TATSUMO KK

(22)Date of filing : 06.04.1998

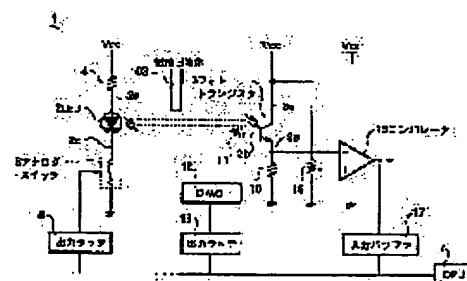
(72)Inventor : OSADA SHINJI

## (54) OPTICAL BEAM SENSOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect the pass of an object with high repetitively positional precision without suffering influence of the fluctuation, etc., of the photo-electric transfer efficiency of a light receiving element due to the deteriorating light output of a light projecting element and temperature factors.

**SOLUTION:** A phototransistor 3 is used as a light receiving element to control bias voltage applied to a base terminal 3b thereof for self-correction operation. For example, if an intermediate value between bias voltage when an photo-electric signal from the phototransistor 3 is equivalent to a reference voltage 16 in the condition that a LED (light emitting element) 2 is lit off and bias voltage when the photo-electric signal is equivalent to the reference voltage 16 in the condition that the LED 2 is lit on and an object to be detected 103 does not exist is applied to the base terminal 3b, a position where just a half of a light emitted from the LED 2 is shaded by the object to be detected 103 is defined as a detection point for a sensor 1 at all times.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-297171

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 H 35/00

識別記号

F I

H 0 1 H 35/00

U

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-93758

(22) 出願日 平成10年(1998) 4 月 6 日

(71) 出願人 000108753

タツモ株式会社

岡山県井原市木之子町6186番地

(72) 発明者 長田 眞司

岡山県井原市木之子町6186番地 タツモ株式会社内

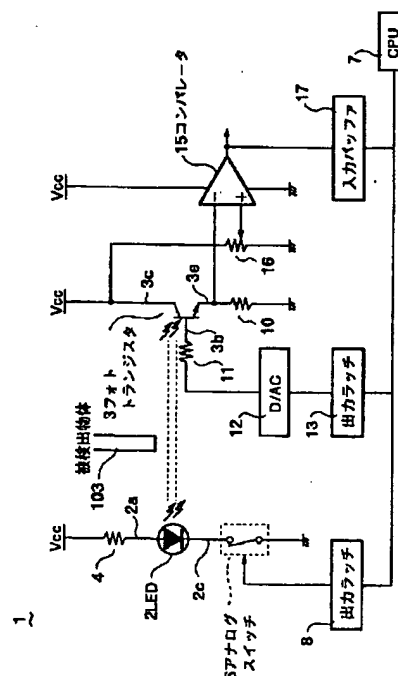
(74) 代理人 弁理士 板谷 康夫

(54) 【発明の名称】 光ビームセンサ

(57) 【要約】

【課題】 光ビームセンサにおいて、投光素子の光出力劣化や温度的要因による受光素子の光電変換効率の変動等の影響を受けることなく、高い繰り返し位置精度で物体の通過検出を行うことができるようにする。

【解決手段】 受光素子として、ベース端子付きフォトトランジスタ3を用い、このベース端子3bに印加するバイアス電圧を制御することにより、自己校正動作を行う。例えば、LED2を消灯した状態でフォトトランジスタ3からの光電信号が基準電圧16に匹敵するときのバイアス電圧と、LED2を点灯し、かつ被検出物体103が存在しない状態で、光電信号が基準電圧16に匹敵するときのバイアス電圧との中間値を、ベース端子3bに印加するようにすれば、LED2からの出射光のちょうど半分が被検出物体103によって遮光される位置を、常にセンサ1の検出点とすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 検出領域に向けて光を出射する投光素子と、この投光素子からの出射光を受光し光電信号に変換する受光素子と、この受光素子からの光電信号を予め定められた基準電圧と比較する比較回路とから成り、前記比較回路からの出力信号に基づいて検出領域中の物体の有無又は通過を検出する光ビームセンサにおいて、前記受光素子として、ベース端子付きフォトトランジスタを用い、

そのベース端子にバイアス電圧として、前記検出のためのしきい値光量に対する光電信号が概ね前記基準電圧に匹敵するように制御された電圧を印加する自己校正回路を備えたことを特徴とする光ビームセンサ。

【請求項2】 前記自己校正回路は、前記投光素子を消灯した状態で前記光電信号が前記基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧と、前記投光素子を点灯し、かつ物体が存在しない状態で、前記光電信号が前記基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧との中間値を、前記ベース端子に印加することを特徴とする請求項1に記載の光ビームセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光を利用して非接触で物体の有無、通過等を検出する光ビームセンサに係り、特に、投光素子の光出力劣化や温度的要因による受光素子の光電変換効率の変動等の影響を受けることなく、高い繰り返し位置精度で安定に検出動作を行う技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、光を利用して非接触で物体の有無、通過等を検出することを目的とし、機械制御等の分野で広く使用されるセンサとして、光電センサや光電スイッチと呼ばれる光ビームセンサが知られている。また、この光ビームセンサとしては、光路の一部に光ファイバを使用することにより、投光部又は受光部の小型化を図ったファイバセンサや、投光部又は受光部にレンズを組み込むことにより、検出距離の長距離化を図ったものもある。

【0003】従来の光ビームセンサの基本的な構成を図3に示し、その電気的回路を図4に示す。これらの図を参照して光ビームセンサの動作原理を説明する。光ビームセンサ100は、投光素子である発光ダイオード101（以下、LEDと記す）と、受光素子であるフォトトランジスタ102とを備え、両者間を通過する被検出物体103の通過検出を行うものである。LED101のアノードは電流制限抵抗104を介して電流電圧（以下、Vccと記す）に接続され、カソードは接地されている。従って、LED101には電流が流れ、LED101は光ビーム110を放射する。LED101から放射された光ビーム110は、これに対向して設けられた

フォトトランジスタ102に入射する。フォトトランジスタ102のコレクタはVccに接続されており、また、そのエミッタは負荷抵抗105を介して接地されており、この負荷抵抗105に発生した電圧は比較器106に入力され、ここで所定の基準電圧107と比較され、その比較結果は光ビームセンサ100の検出信号として出力される。

【0004】LED101とフォトトランジスタ102との間の光路が被検出物体103によって遮られておらず、フォトトランジスタ102のエミッタ電位が基準電圧107よりも大きい場合には、プラスの検出信号が比較器106から出力される。また、光路が被検出物体103によって遮られ、フォトトランジスタ102のエミッタ電位が下がり、基準電圧107よりも小さくなると、比較器106からの出力は反転する。このように、光ビームセンサ100は、被検出物体103の有無を検出して電気信号に変換することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光ビームセンサ100においては、以下の要因等によって検出位置が変動するため、その繰り返し精度が制約され、さらに、甚だしい場合は被検出物体103の検出自体が不可能となることもあった。

①長期通電による投光素子の光出力劣化

②投光素子の光出力の温度依存性

③受光素子の光電変換係数の温度依存性

【0006】また、これら①、②の投光素子の光出力変化を補償する従来の方法としては、投光素子としてレーザダイオードを用い、これに内蔵されるフォトダイオードで光出力を検出し、帰還制御（APC制御）を行うことにより、一定光量を得るといふものがある。しかし、この方法では、レーザダイオードの出力光を平行にするためのコリメート光学系や駆動回路等が必要となり、センサの小型化、ローコスト化を図ることが困難になる。また、投光素子として高指向性のLEDを用いれば、コリメート光学系等は不要となるが、光出力の経時・温度変化を補償するための適当な校正方法がなく、光出力変化を精度良く補償することは困難であった。

【0007】また、③の受光素子の光電変換係数の温度依存性を補償する方法としては、受光素子として、フォトトランジスタではなくフォトダイオードを使用することが考えられるが、この方法では、温度依存性は小さくなるが、素子感度が低いため高性能のアンプが必要となり、センサの高コスト化を招来するという問題が生じる。また、この他に、ベース端子付きのフォトトランジスタを使用して、サーミスタ等の感温素子によりフォトトランジスタの温度特性を補償するという方法もあるが、この方法では、投光側の光出力変化を補償する手段が別途必要となる。

【0008】本発明は、上述した問題点を解決するため

になされたものであり、長期通電による投光素子の光出力劣化や温度的要因による受光素子の光電変換効率の変動等の影響を受けることなく、高い繰り返し位置精度で物体を検出することができる光ビームセンサを提供することを目的とする。また、コリメート光学系のような大型な装置や、高性能のアンプのような高価な部品が不要であり、その分装置の小型化とローコスト化を図ることができる光ビームセンサを提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、検出領域に向けて光を出射する投光素子と、この投光素子からの出射光を受光し光電信号に変換する受光素子と、この受光素子からの光電信号を予め定められた基準電圧と比較する比較回路とから成り、比較回路からの出力信号に基づいて検出領域中の物体の有無又は通過を検出する光ビームセンサにおいて、受光素子として、ベース端子付きフォトトランジスタを用い、そのベース端子にバイアス電圧として、検出のためのしきい値光量に対する光電信号が概ね基準電圧に匹敵するように制御された電圧を印加する自己校正回路を備えたものである。

【0010】この構成においては、検出動作前の自己校正動作時において、目標とする検出しきい値光量に対する光電信号が概ね基準電圧に匹敵するようなバイアス電圧値を決定し、検出動作時においては、上記自己校正動作時において決定されたバイアス電圧値をフォトトランジスタのベース端子に印加し、これにより校正されたベース端子付きフォトトランジスタからの光電信号を、比較回路において基準電圧と比較することにより、検出領域中の物体の有無又は通過を検出する。このように、校正されたフォトトランジスタからの光電信号と基準電圧との比較によって、物体の有無検出や通過検出を行うようにしたので、長期通電による投光素子の光出力劣化と温度的要因による受光素子の光電変換効率の変動等を、簡単な構成でもって同時に補償することが可能となる。また、所定の検出位置で物体の有無検出又は通過検出を行うことが可能となるので、この光ビームセンサは、高い繰り返し位置精度を有するものとなる。

【0011】また、上記自己校正回路が、投光素子を消灯した状態で光電信号が基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧と、投光素子を点灯し、かつ物体が存在しない状態で、光電信号が基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧との中間値を、ベース端子に印加するものであってもよい。

【0012】この構成においては、フォトトランジスタからの光電信号は、バイアス電圧に対してほぼ線形の依存性を持つため、投光素子を消灯した状態で光電信号が基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧と、投光素子を点灯し、かつ物体が存在しない状態で、光電信号が基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧との中間値をフォト

トランジスタのベース端子に印加すると、投光素子からの出射光の半分の光量を受光した時のフォトトランジスタからの光電信号を基準電圧と一致させることができる。これにより、投光素子の光出力が劣化したり、受光素子の光電変換効率の変動しても、投光素子からの出射光の半分が物体によって遮光される位置を常にセンサの検出点とすることができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した実施の形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施形態) 図1は本発明に係る光ビームセンサの回路構成図である。光ビームセンサ1は、投光素子であるLED2と受光素子であるベース端子付きフォトトランジスタ3とを備え、これらLED2とフォトトランジスタ3との間を通過する被検出物体103の通過検出を行うものである。LED2は、ベース端子付きフォトトランジスタ3に向けて光ビーム(出射光)を出射するものであり、そのアノード2aは、電流制限抵抗4を介して電源電圧(以下、Vccと記す)に接続され、カソード2cは、アナログスイッチ6を介して接地されている。アナログスイッチ6の制御端子は、この光ビームセンサ1の装置全体の制御を司る中央処理装置7(以下CPUと記す)が書き込み可能な出力ラッチ8に接続されている。従って、LED2は、CPU7により自在に点灯又は消灯され得ようになっている。

【0014】ベース端子付きフォトトランジスタ3のコレクタ3cはVccに接続され、エミッタ3eは負荷抵抗10を介して接地される。ベース端子3bは電流制限抵抗11を介して、デジタル/アナログコンバータ12(以下、D/ACと記す)の出力端子に接続される。D/AC12の入力端子側には、CPU7が書き込み可能な出力ラッチ13が接続されている。従って、CPU7は自在にフォトトランジスタ3のベース端子3bにバイアス電圧を印加することができる。本実施例では、CPU7、D/AC12等が自己校正回路を構成している。

【0015】比較回路であるコンパレータ15の反転入力端子には、ベース端子付きフォトトランジスタ3のエミッタ3eが接続され、非反転入力端子には、一定の基準電圧16が印加されている。この基準電圧16としては、Vccの概ね1/2の値に設定するのが、ノイズマージン上好ましい。コンパレータ15の出力端子に現れる検出信号は、装置外部に向けて出力されると共に、CPU7によって読み取り可能な入力バッファ17に入力されている。CPU7は、コンパレータ15からの検出信号に基づいて、自己校正動作を行う。

【0016】次に、光ビームセンサ1の動作原理を上記図1に図2を加えて説明する。図2は、バイアス電圧が印加されたフォトトランジスタ3の光電変換特性図であり、横軸に受光量を縦軸に光電信号をとっている(但し、素子の特性によってゼロ点は異なるので、図2にお

いて、左下端が零点というわけではない)。自己校正動作においては、CPU7は、まずLED2を消灯する。このときのフォトトランジスタ3の受光量は、被検出物体103が完全に光ビームを遮光したときと等価と考えてよい。次に、CPU7は、コンパレータ15からの検出信号をとらえながらD/AC12を動作させ、フォトトランジスタ3からの光電信号が基準電圧16と等しくなるバイアス電圧(基準電圧に匹敵するときバイアス電圧)を走査する。図2においては、Vb1がバイアス電圧に相当する。

【0017】自己校正動作の次の段階では、CPU7はLED2を点灯し、被検出物体103の存在しない状態で、上述と同様に光電信号が基準電圧と等しくなるバイアス電圧を走査する。図3中のVb2がこれに相当する。

【0018】自己校正動作の最後の段階では、CPU7は、バイアス電圧として上記Vb1とVb2との中間値 $(Vb1 + Vb2) / 2$ を算出し、この値を出力ラッチ13とD/AC12を作動して、フォトトランジスタ3のベース端子に対してバイアス電圧として印加し、自己校正動作を完了する。

【0019】しかして、光電信号はバイアス電圧に対してほぼ線形の依存性を持つため、このときの光電変換特性は、図2中のバイアス電圧 $= (Vb1 + Vb2) / 2$ に相当する特性となり、光ビームのちょうど半分が被検出物体103によって遮光される位置が、センサ1の検出点となる。なお、本発明において必要なのは、図2に示したグラフのうち、受光量が半遮光のとき、光電信号が基準電圧を通る直線を求めることである。図2の校正動作で、ゼロ遮光時の光電信号が基準電圧と等しくなるようなバイアス電圧と、全遮光時の光電信号が基準電圧と等しくなるようなバイアス電圧との中間値を印加するため、物体検出点(半遮光)の光電信号は必ず基準電圧と一致する。なお、光電変換特性の測定は、(1)縦軸の光電信号は、図1のコンパレータ15の反転入力部にオシロスコープ等を接続し、(2)バイアス電圧は、CPU7によりD/AC12に所定のデータを書き込むことにより印加し、(3)以上より、被検出物体103(遮光板等)を微動装置により駆動することにより図2の横軸の受光量を変化させて、上記(1)のオシロスコープ等で電圧を測定することにより行うことができる。

【0020】上述したような、自己校正動作を適宜行わせることにより、長期通電によりLED2の光出力劣化、温度的要因によるフォトトランジスタ3の光電変換効率の変動等があっても、常に所定の検出位置で被検出物体103を検出することができることになる。また、大型なコリメート光学系や高価な高性能アンプ等が不要であり、また、簡単な構成でもってLED2の光出力劣化とフォトトランジスタ3の光電変換効率の変動を同時に補償することができ、装置の小型化と低コスト化を図

ることができる。また、光電変換の動作点を予め設定された基準電圧と一致せしめることができるので、受光系のゲイン(アンプ増幅率)を上げ、光電信号の勾配を大きくしても、検出位置の近傍で、光電信号が電源電圧を越えるおそれなくなるため、より高精度の検出が可能となる(なお、勾配が大きい方が一定のノイズ幅に対する検出位置変動幅が小さい)。また、このように制御されたバイアス電圧を印加することなく、単に受光系のゲインを上げても、受光素子感度のばらつき、温度依存性等により物体検出点(半遮光)の光電信号が検出回路系の電源電圧に達し、飽和してしまうと正常な検出はできない。なお、印加するバイアス電圧は、VbとVb2との間の値であれば、意図する検出位置によって最適に定めればよく、必ずしも平均値に限定されるわけではない。

#### 【0021】

【発明の効果】以上のように本発明の光ビームセンサによれば、受光素子として、ベース端子付きフォトトランジスタを用い、このベース端子に印加するバイアス電圧を制御することにより、自己校正動作を行うようにしたので、光ビームセンサの繰り返し検出位置精度を環境要因の影響を受けにくいものとすることができる。また、光電変換の動作点を予め設定された基準電圧と一致せしめることができるので、受光系のゲインを上げ、光電信号の勾配を大きくしても、検出位置の近傍で、光電信号が電源電圧を越えるおそれなくなるため、より高精度の検出が可能となる。また、投光素子の光出力劣化と温度的要因による受光素子の光電変換効率の変動を同時に補償することができるので、感温素子等を備え、投光素子と受光素子を別々に補償するものと比して、部品点数の削減を図り、装置の低コスト化を図ることができる。また、コリメート光学系のような大型の装置や、高性能のアンプのような高価な装置が不要となるため、センサの小型化と低コスト化を図ることができる。

【0022】また、投光素子を消灯した状態で光電信号が基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧と、投光素子を点灯し、かつ物体が存在しない状態で、光電信号が基準電圧に匹敵するときのバイアス電圧との中間値を、ベース端子に印加することにより、投光素子からの出射光のちょうど半分が物体によって遮光される位置をセンサの検出点とすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による光ビームセンサの回路構成図である。

【図2】同センサにおいて、バイアス電圧が印加されたフォトトランジスタの光電変換特性図である。

【図3】従来の光ビームセンサの構成図である。

【図4】従来の光ビームセンサの電気的回路図である。

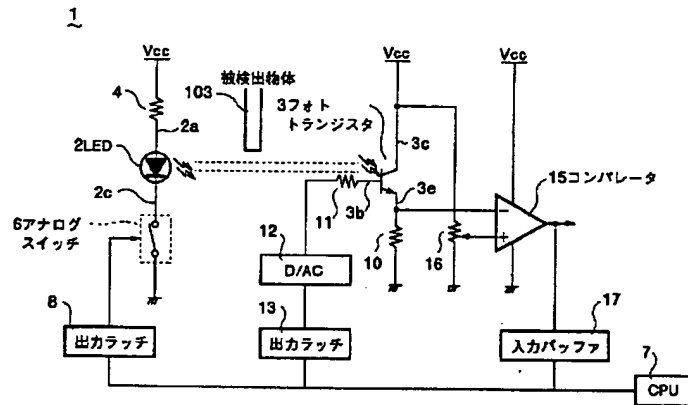
#### 【符号の説明】

1 光ビームセンサ

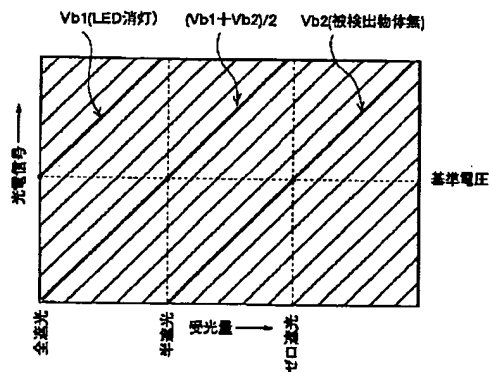
- 2 LED (投光素子)  
 3 ベース端子付きフォトトランジスタ  
 3 b ベース端子  
 7 CPU (自己校正回路)

- 12 D/A C (自己校正回路)  
 15 コンパレータ (比較回路)  
 16 基準電圧  
 103 被検出物体 (物体)

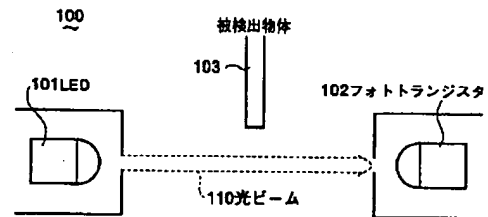
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

